

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

CAVIDOTTO 132kV PIETRA LIGURE  
LP 132kV PIETRA LIGURE  
RELAZIONE GENERALE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 I 0 0 D 1 8 R G L P 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Pigato	12/2021	N. Carones	12/2021	G. Fadda	12/2021	G. Guidi Buffarini 06/2024
B	Emissione a seguito VT RFI	M. Bonavigo 	06/2024	M. Laurini 	06/2024	M. Firpo 	06/2024	 ITALFERR SpA U.O. Energia e Trazione Ing. Guido Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812

File: IV0I00D18RGLP0000001B RELAZIONE

n. Elab.:

<b>1</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
2.2	RIFERIMENTI AD ELABORATI DI PROGETTO .....	5
<b>3</b>	<b>TRACCIATO .....</b>	<b>6</b>
3.1	CARATTERISTICHE GENERALI .....	6
	<b>FIGURA 1 – METODO DI PERFORAZIONE TELEGUIDATA .....</b>	<b>7</b>
3.2	ASSERVIMENTI .....	9
<b>4</b>	<b>CAVI AD ALTA TENSIONE .....</b>	<b>10</b>
	<b>FIGURA 2 – DISEGNO SCHEMATICO CAVO ARG7H1E .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>FASI REALIZZATIVE.....</b>	<b>12</b>
5.1	REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE TEMPORANEE DI CANTIERE.....	12
5.2	APERTURA DELLA FASCIA DI LAVORO E SCAVO DELLA TRINCEA.....	12
5.3	POSA DEL CAVO .....	13
5.4	RICOPERTURA E RIPRISTINI .....	13
5.5	COLLAUDO DELL’ELETTRDOTTO.....	14

	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B	FOGLIO 3 di 15

## 1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Tra gli interventi di potenziamento infrastrutturale della Linea Ferroviaria Genova - Ventimiglia, e più in particolare nell'ambito del raddoppio della tratta Finale Ligure - Andora, è prevista la realizzazione delle due nuove sottostazioni elettriche di conversione di Albenga e Pietra Ligure. Per entrambe le SSE è prevista una alimentazione AT 132kV.

In particolare la SSE di Pietra Ligure sarà alimentata in antenna tramite un collegamento in cavo AT proveniente dalla limitrofa cabina primaria Terna.

Oggetto del presente documento è la descrizione delle principali scelte progettuali effettuate nella progettazione del cavidotto AT 132 kV di collegamento tra la cabina Terna di Pietra Ligure e la nuova omonima SSE.

La SSE sarà costituita due gruppi di trasformazione 132/2,75kV da 5,4 MVA ciascuno, dedicati all'alimentazione dedicati all'alimentazione degli impianti di linea di contatto per la trazione elettrica.

Il tracciato dell'elettrodotto a semplice terna si svilupperà per una estensione totale di circa 130m.

Nel proseguo della relazione verranno descritte le scelte tecniche adottate in ambito del progetto definitivo dell'elettrodotto con particolare riferimento a :

- Percorso;
- Sezioni tipologiche delle trincee di posa;
- Cavi AT per il trasporto dell'energia.

Saranno inoltre forniti tutti i dettagli non altrimenti desumibili dagli elaborati grafici di progetto elencati al seguente punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Si evidenzia che esulano della presente relazione la verifica dei sottoservizi presenti lungo il tracciato prescelto e gli aspetti legati alla permessualistica della realizzazione dell'opera.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA          TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE          GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

## 2 DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti Normativi

Nel corso dello sviluppo della presente relazione, si è fatto riferimento alla normativa tecnica vigente di seguito riportata:

- **D.M. LL.PP n. 449 del 21/03/88** Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne
- **R.D. n°1775 del 12/11/33** Testo Unico sulle acque ed impianti elettrici
- **Legge n.36 del 22/02/01** Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- **D.P.C.M 8/7/2003** Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione alle esposizioni ai campi elettrici e magnetici ed alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
- **DM 29.05.2008** Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
- **CEI 211-4 (1996-12)** Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
- **CEI 11-17** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
- **CEI 20-66** Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) fino a 150 kV ( $U_m = 170$  kV)

Le scelte relative alle caratteristiche dei cavi ed alla tipologia di posa sono state effettuate con riferimento alle seguenti specifiche RFI:

- **RFI/DTC.EE.TE 160** Progettazione e costruzione di linee in cavo MT ed AT.

## 2.2 Riferimenti ad elaborati di progetto

Nel prosieguo delle descrizioni si farà riferimento implicito od esplicito agli elaborati di Progetto Definitivo, che costituiscono parte integrante della presente relazione:

- **IV0I00D18RGSE0000001** Relazione generale SSE
- **IV0I00D18P8SE0100001** SSE Pietra Ligure - Planimetria ubicazione impianto
- **IV0I00D18P9SE0100001** SSE Pietra Ligure - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout)
- **IV0I00D18WASE0100001** SSE Pietra Ligure - Sezioni di piazzale
- **IV0I00D18DXSE0100002** SSE Pietra Ligure - Schema elettrico unifilare di potenza
- **IV0I00D18PALP0000001** LP 132 kV Pietra Ligure - Planimetria di tracciato
- **IV0I00D18WALP0000001** LP 132 kV Pietra Ligure - Sezioni di linea e fasce di asservimento
- **IV0I00D18SDSE0100001** LP 132 kV Pietra Ligure - Studio esposizione ai campi elettromagnetici

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA          TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE          GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

### 3 TRACCIATO

#### 3.1 Caratteristiche generali

I lavori consisteranno nella realizzazione di un elettrodotto a semplice terna a 132 kV in cavo interrato, ad isolamento solido, della lunghezza di circa 130m tra la Sottostazione Elettrica di conversione di Pietra Ligure e omonima Cabina Primaria 132 kV, secondo il tracciato riportato nell'elaborato di progetto:

- **IV0I00D18PALP0000001** LP 132 kV Pietra Ligure - Planimetria di tracciato.

Come si nota dall'esame di tale elaborato, i due impianti da collegare risultano posizionati in aree adiacenti, separate tra loro dal torrente *Maremola*, affiancato da due viabilità esistenti che si sviluppano parallelamente alle due sponde, ed in particolare:

- Sponda Nord            S.P. n°4
- Sponda Sud            Via N. Rembado

Il tracciato si svilupperà prevalentemente all'interno delle aree di piazzale dei due impianti e in minima parte sulle aree già asservite per le suddette viabilità; inoltre sarà necessario sottopassare il letto del torrente *Maremola*.

La linea elettrica sarà costituita da una terna di cavi in Alluminio con sezione 630mmq ad isolamento solido estruso; vista la ridotta lunghezza del collegamento non sarà necessario realizzare buche giunti lungo il tracciato.

La posa sarà effettuata con la disposizione "a trifoglio" principalmente sul fondo di una trincea scavata ad una profondità di circa 180cm.

I cavi saranno terminati nelle sottostazioni di partenza/arrivo con terminali montati su apposite strutture di sostegno (una per ciascun cavo), da installare in base a disegni predisposti dal Fornitore del cavo.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA          TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE          GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

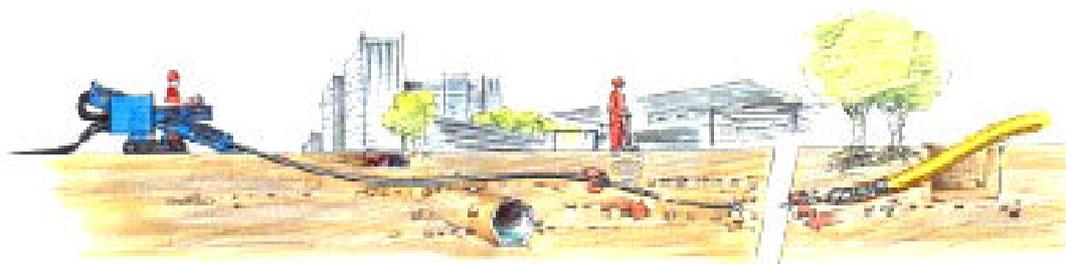
Le dimensioni nominali della trincea di posa saranno di 60cm di larghezza per 180cm (minimo) di profondità.

Nei tratti in trincea il cavo sarà posato con disposizione a trifoglio, su di un letto di posa dello spessore di 10cm costituito da sabbia o cemento; Il tutto sarà poi ricoperto da un ulteriore strato dello spessore di 40cm di cemento magro.

Verrà inoltre posata, a quota 20cm al di sopra del bauletto in cemento, una rete di segnalazione in materiale plastico di colore rosso-arancio con applicato sulla faccia superiore un nastro con la scritta “CAVI a 132.000Volt” (o equivalente). Laddove necessario verrà inoltre posata una palina con targa monitoria, piantata sul terreno a margine del tracciato del cavidotto.

Gli scavi verranno quindi reinterrati con inerti di caratteristiche adeguate; per i tratti asfaltati dovrà essere ricostruito il sottofondo pre-bitumato per uno spessore di 30 cm ed un tappeto d’usura per uno spessore minimo di 3 cm.

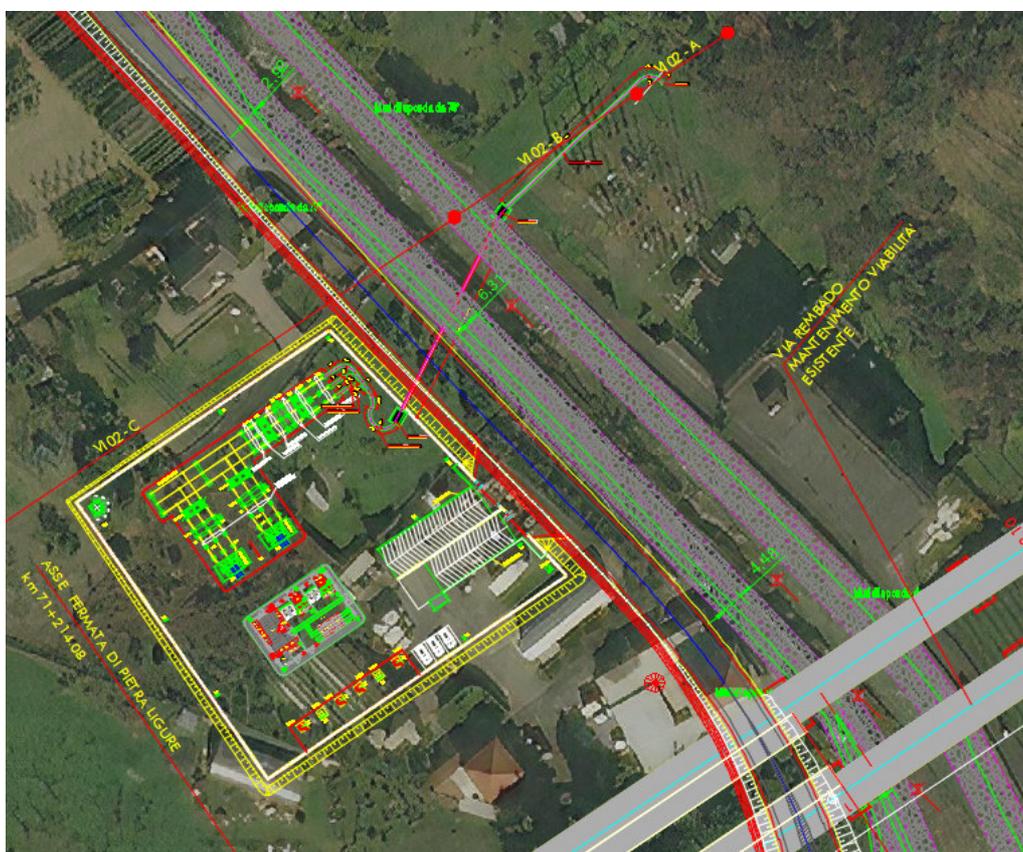
In corrispondenza degli attraversamenti stradali e del letto del torrente la posa sarà effettuata in tubo, utilizzando il sistema di perforazione teleguidata (vedi figura successiva), consistente nell'esecuzione di un foro di attraversamento  $\Phi$  600mm nel quale verranno infilati tubi in PVC  $\Phi$ 200mm a protezione di ogni cavo componente la terna, più un quarto tubo dello stesso diametro per il contenimento dei cavi in Fibra Ottica.



**Figura 1** – Metodo di perforazione teleguidata

Il tratto interessato dalla perforazione teleguidata avrà un'estensione totale di circa 47m; ad entrambi gli estremi verranno realizzate due “camerette” di dimensioni in pianta di 3,00x2,00m e profondità sufficiente a posizionare l'apparecchiatura di perforazione ed eseguire la trivellazione

al di sotto della quota di fondo del letto del torrente. Tali camerette ricadranno entrambe all'interno delle aree di piazzale dei due impianti da collegare. A valle delle lavorazioni tali camerette saranno coperte con chiusini ispezionabili costituiti da elementi in lamiera d'acciaio irrigidita e zincata a caldo di dimensioni 1,00x1,00m sostenuti da apposito telaio in profilato di acciaio. Nella figura che segue è mostrato uno stralcio della planimetria del cavidotto LP con la posizione delle camerette.



*Planimetria cavidotto LP*

Tutti i particolari delle modalità di posa appena descritti sono riscontrabili con maggior dettaglio negli elaborati di progetto:

- **IV0100D18PALP0000001** LP 132 kV Pietra Ligure - Planimetria di tracciato
- **IV0100D18WALP0000001** LP 132 kV Pietra Ligure - Sezioni di linea e fasce di asservimento

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE</b> <b>GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

### 3.2 Asservimenti

Per tutti i tratti di sviluppo del cavidotto in ambienti di proprietà esterna ad RFI/Terna sarà necessario attivare procedure di asservimento dei terreni attraversati per l'ottenimento di tutte le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti.

La larghezza della fascia di asservimento prevista per il cavidotto AT risulta di 1000cm, con asse coincidente con quello della terna dell'elettrodotto. Tale ampiezza è stata determinata tramite simulazione sviluppata con apposito software di calcolo; il dettaglio dei metodi impiegati e dei risultati ottenuti è riportato nell'elaborato di progetto:

- **IV0I00D18SDSE0100001** LP 132 kV Pietra Ligure - Studio esposizione ai campi elettromagnetici

Nel terreno interessato dalla protezione verticale di tale fascia sarà vietato ogni tipo di costruzione, coltivazione, vegetazione con radici profonde, fonti di calore e quanto previsto dalla legge vigente.

I parallelismi elettrici e quelli di altra natura, nonché interferenze di tracciato, sono ammessi nel rispetto delle norme vigenti.

Eventuali scavi interessanti anche parzialmente la zona asservita dovranno essere autorizzati e presidiati dal gestore della linea Ferroviaria.

Sul citato elaborato di progetto:

- **IV0I00D18WALP0000001** LP 132 kV Pietra Ligure - Sezioni di linea e fasce di asservimento

è rappresentata la fascia di asservimento per ciascuna delle sezioni tipologiche descritte nei paragrafi precedenti.

#### 4 CAVI AD ALTA TENSIONE

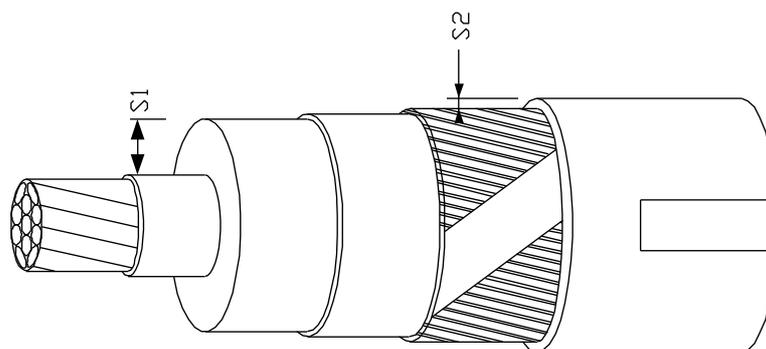
L'elettrodotto in oggetto avrà lo scopo di fornire energia alla SSE di Pietra Ligure la quale, a sua volta, avrà il compito di alimentare gli impianti di Trazione Elettrica della linea 3kVcc Genova-Ventimiglia; la scelta del conduttore è stata effettuata in base a considerazioni sui carichi e sui criteri di esercizio. La tipologia di cavo scelto per l'impianto in oggetto è ARG7H1E.

Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda, compatta e tamponata. Tra il conduttore e l'isolante e tra l'isolante e lo schermo metallico sono interposti strati di semiconduttore estruso, con eventuali fasciature semiconduttive. L'isolante è costituito da gomma sintetica a base di EPR (etilene propilene reticolato), ad alto modulo elastico e rispondente alle norme CEI 20-66.

Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato; in ogni caso il rapporto tra la lunghezza dei fili rettificati e la corrispondente lunghezza dell'anima deve risultare maggiore di 1,02; è ammessa la presenza di eventuale nastro non igroscopico. Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) di colore nero con qualità Ez, rispondente alle norme CEI 20-66; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento è in guaina di PVC nera e grafitata di qualità R2.

Di seguito è rappresentata una figura schematica del cavo descritto, mentre tutte le caratteristiche di dettaglio sono riscontrabili nella già citata specifica:

- **RFI/DTC.EE.TE 160** 'Progettazione e costruzione di linee in cavo MT ed AT'.



	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

*Figura 2 – Disegno schematico cavo ARG7H1E*

Le modalità di protezione elettrica necessarie per il cavidotto sono riportate nell'elaborato:

- **IV0100D18DXSE0100002 – SSE Pietra Ligure - Schema elettrico unifilare di potenza**

Le medesime protezioni elettriche installate all'arrivo del cavo nella SSE RFI di Pietra Ligure dovranno essere installate anche alla partenza del cavo, lato distributore di energia elettrica.

Le protezioni presenti alle due estremità della linea dovranno essere asservite attraverso un collegamento in Fibra Ottica multimodale a 16 fibre ottiche che andrà posata contestualmente al cavo AT.

Le protezioni del cavo AT 132 kV, lato RFI, necessitano di due UPP separate:

- Una UPP per le protezioni 50 e 51 (di massima corrente), 50N e 51N (di massima corrente omopolare) e 27 (minima tensione);
- Una UPP per le protezioni 87C (differenziale) e 21(distanziometrica).

Entrambe le UPP di protezione del cavo dovranno utilizzare due dei tre Trasformati Amperometrici presenti nel Gruppo di misura fiscale tipo SG-R2 della SSE Pietra Ligure.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA          TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE          GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

## ***FASI REALIZZATIVE***

Le modalità da seguire durante le operazioni di posa sono riportate nelle norme CEI 11–17, per quanto applicabili.

Le operazioni si articoleranno nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini;
- collaudo della linea.

Tali fasi vengono descritte nel dettaglio.

### **4.1 Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere**

Prima dell'avvio dei lavori sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; a tal fine saranno impiegate le aree disponibili all'interno del piazzale della nuova SSE di Pietra Ligure.

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle aree.

### **4.2 Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea**

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro".

Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA          TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
	<b>LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE          GENERALE</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RG	DOCUMENTO LP0000 001	REV. B

Nelle aree occupate da colture, l'apertura della fascia di lavoro comporterà la rimozione delle medesime. Nelle aree agricole sarà comunque garantita la continuità funzionale di eventuali opere di irrigazione e drenaggio.

### 4.3 Posa del cavo

Una volta realizzata la trincea e bonificati eventuali sottoservizi interferenti, si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, posizionato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno.

Durante le operazioni di posa o di spostamento, per non assoggettare i cavi a notevoli sforzi di trazione (che vanno fatti comunque sopportare al conduttore interno e non al mantello di protezione) e per non imprimere curvature troppo pronunciate, saranno adottate le seguenti precauzioni:

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Nel caso in cui i cavi fossero stati precedentemente esposti a basse temperature, occorre che essi vengano posti per un certo tempo in ambienti a temperatura sensibilmente superiore e posati dopo che la guaina esterna dei cavi abbia assunto una temperatura sensibilmente superiore allo zero.

### 4.4 Ricopertura e ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino.

La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella riprofilatura dell'area interessata dai lavori e nella riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile.

Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

#### **4.5 Collaudo dell'elettrodotto**

A posa e rinterro ultimati si renderà necessario provare la buona esecuzione dell'opera.

Prima della messa in servizio del cavo dovrà essere effettuato il controllo di impianto, teso ad assicurare che il monitoraggio degli accessori sia stato eseguito a regola d'arte e che i cavi non abbiano subito deterioramenti durante la posa.



**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA  
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

**LP 132kV PIETRA LIGURE – RELAZIONE  
GENERALE**

COMMESSA  
IV01

LOTTO  
00

CODIFICA  
D 18 RG

DOCUMENTO  
LP0000 001

REV.  
B

FOGLIO  
15 di 15

Dovranno altresì essere eseguite le “Prove elettriche dopo l’installazione” previste +dalla norma CEI 20-66.